

## ELEKTRİK ARK OCAKLI ÇELİKHANE TESİSLERİNİN; HAVA KİRLİTİCİLERİ, EMİSYON KONTROL VE AZALTIM TEKNİKLERİ

A. Yavuz YÜCEKUTLU<sup>1(\*)</sup>, A. Teoman SANALAN

ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara

### ÖZET

Kirletici vasfı yüksek tesislerden olan elektrik ark ocaklı demir çelik tesisleri; çelik üretimi, hurda ve cüruf depolama faaliyetleri, hammaddenin ve ürünün tesis içine ve dışına taşınması gibi faaliyetleri ile bulunduğu bölgede çok çeşitli emisyonların oluşmasına neden olmaktadır. Çelik üretimi açısından, Dünya Çelik Derneği (worldsteel) verilerine göre, Türkiye Dünyanın sekizinci, Avrupa'nın ise üçüncü en büyük çelik üreticisi olup, üretilen çeliğin %71'i hurdadan üretilmektedir. Bu üretimin sonucunda çeşitli hava kirleticileri önemli miktarlarda salınmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde hurda demir çelik kullanılarak çelik üretilen tesislerden kaynaklanan emisyonların çeşitliliği ve etkileri nedeni ile bu tesislerden kaynaklanan birçok kirleticiye sınırlama getirilmiştir. Son yıllarda özellikle Avrupa Birliğinde gerçekleştirilen çalışmalar ile saha verileri ışığında tesislerin bütünleşik olarak ele alınmaları ve kirliliğin kaynağında bir bütün olarak önlenmesi ana ilke olmuştur.

Bu tesislerde, üretimde kullanılan hurdanın içinde bulunan pas, yağ, plastik maddeler, boya ve kaplama gibi safsızlıklar kirliliğin oluşmasındaki ana etken olarak sayılabilir. Elektrik ark ocaklı demir çelik tesislerinden kaynaklanan belli başlı emisyonlar; toz, ağır metaller, karbonmonoksit, azot oksitler, organik gaz ve buharlar, PAH'lar, dioksin ve furanlar ve diğer kirleticilerin önemi nedeniyle sınırlandırılması ve ölçülmesi gerekli olan emisyonlardır. Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de çevre mevzuatı bu tesislerden kaynaklanan çoğu emisyonu ve hava kalitesine etki eden kirleticilere sınırlama getirmiştir. Bu emisyonların azaltılması için emisyon azaltım tekniklerinin uygulanması ile bu tesislerden kaynaklanan baca gazı emisyonları ile hava kalitesi sınır değerlerinin sağlanmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Diğer taraftan bu tesislerden kaynaklanan baca gazı ve hava kalitesinin ölçüm ve analizi konusunda alt yapının geliştirilmesi için son yıllarda yapılan yatırım ve düzenlemeler ile ülke ihtiyacına cevap verecek laboratuvarlar kurulmuştur.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen konular ayrıntılı olarak irdelenecek, ülkemizde faaliyet gösteren tesislerden elde edilen veriler ışığında yapılmakta olan çalışmalar sonucunda kaydedilen ilerlemeler yer almaktadır.

\* yavuz.yucekutlu@csb.gov.tr

## ABSTRACT

Secondary iron and steel production, particularly by electric arc furnaces (EAF), is an energy intensive and highly polluting industrial sector. In Turkey, where steel production is the third fastest growing and eighth largest in the World, the sector is of special concern. There are also zones that the EAF installations conglomerate because of logistical reasons, causing black spots. In the recent years, significant progress at abatement of the pollution from the EAF's has been achieved. In this study, data collected from certain EAF installations have been assessed against the Turkish and EU legislation, especially best available techniques (BAT) of the Industrial Emissions Directive. According to this assessment, quite a number of the installations comply with the BAT, and associated emission levels.

## ANAHTAR SÖZCÜKLER

Hava Kirleticileri, Kirlenici Kaynakları, Emisyon Kontrol ve Azaltımı, Hava Kirliliği Kontrolü, Mevcut En İyi Teknikler.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Demir çelik üretimi

Sanayileşmenin temel taşların birisi çelik üretimidir. Ülkelerin birbirlerine olan üstünlüklerinin kıyaslanmasında, üretilen çelik miktarları, önemli faktörlerden biri olmuştur. Kişi başına düşen çelik miktarı bu gün bile gelişmişliği gösteren kriterler arasında yer almaktadır.

Çelik üretim proseslerinde meydana gelen gelişmeler ve çeliğin vasıflarının artırılmasına yönelik çalışmalar, çeliğin birçok alanda kullanılmasını sağlamıştır. Bu sayede çelik; bina inşaatı, ulaşım araçları, makine ve ekipman imalatı, savunma sanayi, elektrik üretimi ve dağıtım ile tıbbi araçların üretiminde önemli kullanım alanları bulmuştur.

Ülkemizde çelik üretimi, entegre demir çelik fabrikalarında hammadde olarak cevher, elektrik ark ocaklı tesislerde ise (ağırlıklı olarak ithal edilen) hurda demir ve çelik kullanılarak yapılmaktadır. (<http://www.dcu.org.tr/dcs.aspx>).

Son yıllarda, çelik üretim ve tüketiminde, diğer büyük çelik üreticisi ülkelerden olumlu yönde ayrılan Türkiye, 2007-2012 döneminde, en büyük 15 çelik üreticisi ülke arasında, Çin ve Hindistan'ın ardından, üretimini en hızlı arttıran 3. ülke oldu. Türkiye dünyanın en büyük ham çelik üreticileri sıralamasında, 8. sıradaki yerini korudu.

2000-2013 döneminde, ham çelik kapasitesindeki 29.8 milyon tonluk artışın 24.1 milyon tonluk kısmı elektrik ark ocaklı tesislerde, 7.8 milyon tonluk kısmı ise, entegre tesislerde gerçekleşmiştir. 2013 yılı itibarıyla, 49.6 milyon tonluk ham çelik kapasitesinin %75.9 oranındaki, 37.7 milyon tonu elektrik ocaklı (EO) tesislere, %24.1 oranındaki, 12 milyon tonu ise entegre tesislere (BOF) aittir (TOBB, 2014).



Şekil 1. Türkiye'de demir çelik üretimi

## 1.2. Demir çelik üretimi ve emisyonları

Ark ocaklı tesislerden kaynaklanan belli başlı emisyonlar; toz, ağır metaller, karbonmonoksit, azot oksitler, organik gaz ve buharlar, PAH'lar, dioksin ve furanlardır. Elektrik ark ocağı toz örneklerinin kalitatif kimyasal analiz sonuçlarından Fe, Zn, Pb, Mn, Cu, Al, Ca, Mg, K, S, P, C, O, ve Cl elementlerinin varlığı görülmektedir. Bu metaller arasında toksisite derecesi yüksek olanlar; arsenik, kadmiyum, krom, kurşun ve cıvadır. (Paul B Tchounwou, vd., 2012)

Ülkemizde elektrik ark ocaklı tesislerin toplam çelik üretimdeki payının zaman içinde hızlı bir artış gösterdiği yukarıda yer alan veriler incelendiğinde görülmektedir. Bu durumda bu tesislerden kaynaklanan kirlilik miktarının da artış göstermekte olduğu düşünülmektedir. Demir çelik üretiminden kaynaklanan hava kirliliği, içeriğinde çeşitli tehlikeli kirleticiler de barındıran toz emisyonu, organik ve buharlar gazlar şeklinde oluşmaktadır. Ergitme sırasında kirliliğin oluşmasındaki ana etkenler; kullanılan hurdanın içinde bulunan pas, yağ, plastik maddeler, boyalar ve kaplama malzemeleri gibi safsızlıklardır. Bu tesislerden kaynaklanan toz emisyonu, tutulması gereken en öncelikli emisyondur.

**Toz.** Atık gazlar; toz tutma öncesi, karbon çeliği veya düşük alaşımlı çelik üretiminde, 10 – 30 kg toz/t sıvı çelik, yüksek alaşımlı çelik için ise, 10 – 18 kg toz/t sıvı çelik içermektedir. Paslanmaz çelik üretilen EAO'larda maksimum toz değeri 30 kg toz/t. Tozların kompozisyonu, toz tutucularda toplanmış tozların analizinden görülebilmektedir. Ağır metallerin çoğu ayrılmış tozlar ile birlikte atık gazlardan alınmaktadır. Bu ağır metaller, gaz fazında olduğu için (cıva gibi), ESP veya filtrasyon ile bertaraf edilememektedir. Azaltım sonrasında ortaya çıkan toz emisyon faktörlerinin aralığı Tablo 1'de görülmektedir. Tozun yaklaşık %96'sı PM10'a aittir. Aralık (üç büyüklük sırası), toplama ve azaltım verimliliğindeki büyük farklılığı gösterecek derecede, oldukça geniştir. Konsantrasyon şartları

bakımından birçok tesisin emisyonları  $0.5 - 50 \text{ mg toz/Nm}^3$  civarındadır (Kuruluşların geneli bu aralığın en altındadır). Normal olarak bu emisyon faktörleri veya emisyon konsantrasyonu, ikincil toz emisyonunu da kapsamaktadır çünkü birincil ve ikincil emisyonlar sıklıkla, aynı donanım içerisinde artılmaktadır.

**Ağır metaller.** Tablo1’de bazı emisyonlar geniş aralıkta yer almaktadır. Yüksek değerlerin çevresel etkileri yüksektir. Çinko, en yüksek emisyon faktörüne sahip metaldir. Krom ve nikel emisyonları paslanmaz çelik üretiminde daha yüksek değerlere sahiptir. Kromun bir kısmı altı değerlikli krom olarak oluşabilir. Solunumla kansere yol açabildiğinden ayrı bir önem verilmelidir.

AB’de, üç EAO tesisinde de arsenik emisyon faktörleri 0.025 ve 14 g/t arasında ölçülmüştür. Cıva emisyonları hurda kalitesine/bileşimine bağlı olarak şarjdan şarja ciddi oranda değişebilmektedir. Satın alınan hurdada cıva miktarını azaltma çabalarına rağmen, yerli ve ithal hurda için hemen hemen aynı değere sahip, yıllık bazda gözlemlenen, cıva emisyon faktörleri 170 mg/t sıvı çeliktir.

**Kükürt ve azot oksitler.** Kömür, lastik ve yağ girdilerinin miktarına bağlı olan kükürt dioksit emisyonları oluşmaktadır. Azot oksit emisyonları ( $\text{NO}_x$ ) büyük boyutta değildir. Diğer inorganik kirleticilerin başında flor ve klor gelir.

**Uçucu organik bileşikler (UOB).** Uçucu Organik Bileşikler (UOB) emisyonları, ocağa şarj edilen ham maddeye yapışan organik maddeler sonucu oluşabilmektedir (örneğin; solventler, boyalar). Doğal kömürün (antrasit) kullanılması durumunda, benzol gibi bileşikler yanmadan önce buharlaşabilir.

Poli Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) hurda girdisi içerisinde mevcuttur ve ayrıca elektrik ark ocağının çalışması esnasında oluşabilir. PAH için emisyon faktörleri de yüksektir. (9 – 970 mg/t sıvı çelik) fakat kaydedilen ölçüm sayısı fazla değildir. PAH profili, naftalin, asenaften ve antrasen gibi çok daha uçucu iki veya üç halka PAH’tan oluşmaktadır.

**Kalıcı organik kirleticiler (KOK’lar ).** 1990’lardan bu yana KOK’lara artan şekilde önem atfedilmektedir. Analitik sonuçlar yalnızca sınırlı sayıda bileşikler için mevcuttur. Klorobenzen, PCB ve PCDD/F gibi klorlu organik bileşiklerin ölçümü yapılmıştır.

Klorlu benzenler birçok EAO’nun çalışması sırasında belirlenmiştir. (0.2 – 12 mg/t SÇ – bakınız: Tablo 1). EAO tesisinin birinden alınan ölçümlerde atık gaz emisyonlarında hekza kloro benzenlere rastlanmıştır.

**Poliklorlu bifeniller (PCB).** Poliklorlu bifeniller (PCB) 209 aynı türden oluşan klorlu yarı uçucu organik bileşikler sınıfındadır. Değerler, en düşük 0.01 mg/t sıvı çelikte en yüksek 5 mg/t sıvı çelik olarak rapor edilmiştir. (Elektrik Ark Ocalı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu, 2012)

**Tablo 1.** Türkiye’de ve AB de elektrik ark ocaklı çelik tesislerinin emisyon aralıkları\*

Hava emisyonları	Birim	Türkiye’de elektrik ark ocakları için emisyon aralıkları	AB’de elektrik ark ocakları için emisyon aralıkları
Atık gaz akışı	milyon Nm <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	1 – 3,55	1 – 2
	Nm <sup>3</sup> t <sup>-1</sup> SÇ	11.600 – 17.700	8 000 – 10 000
Toz	g t <sup>-1</sup> SÇ	13 – 127	4 – 300
	mg m <sup>-3</sup>	0.53 – 11	0.35 – 52
Hg	mg t <sup>-1</sup> SÇ	14	2 – 200
Pb	mg t <sup>-1</sup> SÇ	56 – 97	75 – 2 850
Cr	mg t <sup>-1</sup> SÇ	7,6 – 18	12 – 2 800
Ni	mg t <sup>-1</sup> SÇ	14 – 44	3 – 2 000
Zn	mg t <sup>-1</sup> SÇ	0 – 137	200 – 24 000
Cd	mg t <sup>-1</sup> SÇ	1 – 148	1 – 148
Cu	mg t <sup>-1</sup> SÇ	11 – 510	11 – 510
HF	mg t <sup>-1</sup> SÇ	--	0.04 – 15 000
HCl	mg t <sup>-1</sup> SÇ	--	800 – 35 250
SO <sub>2</sub>	g t <sup>-1</sup> SÇ	5 – 100	5 – 210
NO <sub>x</sub>	g t <sup>-1</sup> SÇ	46 – 190	13 – 460
CO	g t <sup>-1</sup> SÇ	42 – 360	50 – 4 500
CO <sub>2</sub>	kg t <sup>-1</sup> SÇ	72 – 180	72 – 180
TOC	g C t <sup>-1</sup> SÇ	1,35	35 – 260
Benzen	mg t <sup>-1</sup> SÇ	17	30 – 4400
Klorlu Benzenler	mg t <sup>-1</sup> SÇ	--	0.2 – 12
PAH	mg t <sup>-1</sup> SÇ	93 - 103	9 – 970
PCB	mg t <sup>-1</sup> SÇ	0.01 – 5	0.01 – 5
PCDD/F	µg I-TEQ t <sup>-1</sup> SÇ	0,09 – 1,23	0.04 – 6

\*Elektrik Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu

## 2. EAO’LI ÇELİKHANELERDE HAVA KİRLİLİĞİNİ ÖNLEYECEK MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER

Elektrikli Ark Ocaklı (EAO) demir çelik fabrikalarından kaynaklanan emisyonların büyük ölçüde toksik, tehlikeli ve kalıcı kirletici özelliği göstermesi bu tesislerde BAT’ların öncelikle uygulanmasını, çevrenin korunması için gerekli ve öncelikli kılmaktadır.

Elektrikli ark ocaklı demir çelik tesislerinde hurda içinde bulunan boya, yağ ve kaplamalar gibi maddeler ayrıştırılmadığında ve olumsuz yakma koşulları altında dioksin ve furanlar için öncü kirleticiler oluşmasına neden olurlar. PCDD/F emisyonlarının atmosfere verilmesini engellemek ve 0.1 ng ITEQ/Nm<sup>3</sup> emisyon limit değeri ile uyumlu çalışabilmek amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan mevcut en iyi teknikler kapsamında, uygun bir adsorbent ile adsorpsiyon yöntemi kullanılır.

Aktif hale getirilmiş karbon ya da linyit kok tozu atık gaz içine enjekte edildikten sonra yüksek performanslı torba filtreler tarafından tutulmaktadır. Bu sayede PCDD/Fs absorbe edilmiş olarak filtre tozu içinde tutulmuş olur (Gass vd., 2005).

Demir ihtiva eden malzemelerin direkt ergitilmesi, özellikle hurdanın kullanıldığı elektrikli ark ocakları oldukça büyük miktarda elektrik enerjisi tüketirken havaya vermiş olduğu emisyonlar ve oluşan cürufklar belli başlı atıklardır. Havaya verilen emisyonlar demir oksit ve ağır metaller, önemli organik bileşiklerden; kloro benzenler, PCB ve PCDD/F'leri içerir. BAT'lar belirlenirken bu yayılan kirlilik parametrelerinin önlenmesi; özellikle toz ve PCDD/F parametreleri en iyi tekniğin belirlenmesinde en önemli kirleticilerdir. Hurda ön ısıtması, cüruf ve tozların yeniden kullanımı/geri kazanımı gibi hususlar BAT'ta dikkate alınır (Commission of the European Union (EC), 2001).

Demir çelik tesislerinde toz emisyonu konusunda alınacak önlemler aynı zamanda ağır metal ve dioksin furan emisyonlarında da azalmaya neden olacağı bilinmektedir. Bu sebeple gerek ulusal Çevre Mevzuatında gerekse AB Çevre Mevzuatında bu konuya gereken önemin verildiği görülür.

### **2.1. Demir Çelik Üretimine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanlarında Elektrikli Ark Ocaklarına İlişkin Teknikler**

2013 yılında Avrupa Birliği Komisyonu tarafından yayınlanan "Demir Çelik Üretimine İlişkin Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı (European Commission, 2013) ve 2012/135 sayılı Komisyon Uygulama Kararı ile yayınlanan AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi Demir Çelik Üretimi için BAT Sonuçlarında (European Commission, 2012) belirtilen koşullar bu bölümde belirtilmektedir.

**Gelişmiş emisyon toplama sistemi.** Elektrikli ark ocaklı tesislerde en önemli sistemlerden emisyon toplama sistemi, ergitme sürecinde oluşan birincil emisyonlar ile ikincil yakma sisteminde oluşan atık gazlar ile EAO üzerinde yer alan davlumbaz tarafından çekilen emisyonların toplanmasını amaçlamaktadır.

Genellikle elektrikli ark ocaklı tesislerde kullanılan davlumbaz sistemi %90'a kadar birincil emisyonlar ve ikincil emisyonların toplanmasını sağlar; direk emisyon çekme sistemi ile birlikte kullanıldığında, toplama verimi %98'in üzerine çıkar. Bu sistem, mevcut ve yeni tesislerde uygulanabilir.

**Atık gazdaki tozsuzlaştırma uygulaması.** İyi tasarlanmış torbalı filtrelerle toz emisyonu yeni tesislerde günlük aritmetik ortalama olarak en fazla 5 mg/Nm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Toz içeriğinin minimize etmek, cıva gibi gaz fazında bulunan ağır metaller haricinde diğer ağır metal emisyonlarını da minimize eder. Cıva emisyonu ile ilgili BAT'a uygun emisyon değeri ise: 0,05 mg/Nm<sup>3</sup> olarak bildirilmiştir.

**Atık gazın etkili olarak yakılması (post-combustion).** Elektrikli ark ocaklı tesislerde CO tam olarak oksitlenmez bu nedenle etkin bir ikincil yakma sisteminde yakılması gereklidir. İkincil yakma, yakma kamarasında atık gazın yakılmasından sonra organik emisyonların azaltılması amacıyla kullanılan yöntemdir. İkincil yakma günümüzde PCB'ler ya da PCDD/F organik emisyonlarının azaltılmasında kullanılır. Atık gazda organiklerin yeniden birleşmesini

engellemek amacı ile kullanılan eşanjörler yerinde de atık gazın hızlı soğutulması amacı ile “*quenching tower*” kullanılması uygundur.

**Linyit kok tozu enjeksiyonu ile atık gazın artırılması.** Bu yöntem ile 100 mg linyit kok tozu /Nm<sup>3</sup> atık gazı gerekli olup; atık gazda 0.5 ng ITEQ/Nm<sup>3</sup> ve altındaki değerler pratikte ulaşılan değerlerdir, bazı ölçümlerde 0.1 ng I-TEQ/Nm<sup>3</sup> değerinin ulaşıldığı görülmüştür. Tüm yeni ve mevcut tesisler için uygulanabilen bir yöntemdir.

**Hammadde kontrolü.** EAO’ların ana hammaddesi olan hurda PCDD/F oluşumuna neden olabilecek yağ, plastik malzemeler, diğer hidrokarbonlar vb. gibi kirleticileri içerebilir. Hammadde kontrolü ve kirleticilerden arındırılmış uygun hurda harmanları ile emisyon değerleri önemli ölçüde azaltılabilir.

**Etkin toz tutma.** EAO gazlarındaki PCDD/F’lerin bir kısmı, atık gaz sıcaklığı PCDD/F yoğunlaşma sıcaklığının altına düşükçe, partikül madde üzerinde adsorbe olur veya yoğunlaşarak partikül madde oluşturabilir. Filtre kumaşları ince partikül maddeleri tutarak toplam partikül madde miktarını düşürdükleri için, EAO’larda yaygınlıkla kullanılan ve mevcut en iyi teknolojiler içinde yer alan emisyon kontrol yöntemidir. Partikül madde üzerinde adsorbe olan/yoğuşan PCDD/F’ler de torba üzerinde kaldığından partikül madde ile birlikte PCDD/F emisyonu azaltılabilir.

Kumaş filtre torbalarının kullanıldığı sistemler EAO’ları için en uygun toplam partikül madde emisyon kontrol yöntemidir. İyi tasarlanmış bir filtre sistemi ile yeni işletmelerde 5 mg/Nm<sup>3</sup> eski işletmelerde ise 20 mg/Nm<sup>3</sup> emisyon seviyelerine inilebilmektedir. Partikül maddeler ile önemli miktarlarda PCDD/F’ de torba yüzeyinde kalmaktadır. Kirlilik önleme yöntemleri arasında patlak filtre torbası ihbar sistemi, atık gaz sıcaklık kontrolü, önleyici bakım çalışmaları, toz tutma verimini arttırmak üzere filtre çalışma pratiğinin iyileştirilmesi, filtre torbaları tasarımı ve malzemelerinin geliştirilmesi sıralanabilir.

**Atık gazların dışarda yakılması ve hızlı soğutulması.** Atık gazlardaki CO ve H<sub>2</sub>’nin yanma kamarasında bazı durumlarda brülör takviyesiyle yakılarak, gaz sıcaklığının PCDD/F’lerin parçalanma sıcaklığı olan 800 °C’nin üzerinde olmasını hedefleyen bu yöntemin, 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> altında emisyon seviyeleri için tekrarlanabilir sonuçlar vermediği rapor edilmektedir.

**Adsorban madde püskürtme.** Atık gaz üzerine kok tozu veya antrasit parçacıkları püskürtülerek üzerlerine PCDD/F’lerin emdirilmesine dayanan bu yöntem başlangıçta atık yakma tesislerinde filtre hücreleri yerine kullanılmıştır. Ancak çelikhanelerde en kararlı sonuçların filtre hücreleri ile birlikte kullanıldığı durumlarda elde edildiği; uygulamalarda erişilen 0.1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup> altındaki PCDD/F seviyeleri ile görülmüştür.

PCDD/F’lerin partikül madde üzerinde yoğunlaşması veya emilmesi ve daha sonra filtre torbaların yüzeyinde tutulması, doğrudan filtre hücrelerindeki gaz sıcaklığına bağlıdır. Genel olarak etkin PCDD/F arıtımı için filtre çıkış sıcaklığının 80 °C ’nin altında olması hedeflenir.

## 2.2. Mevcut durum: veri toplanan EAO tesislerinin BAT uygunluk incelemesi

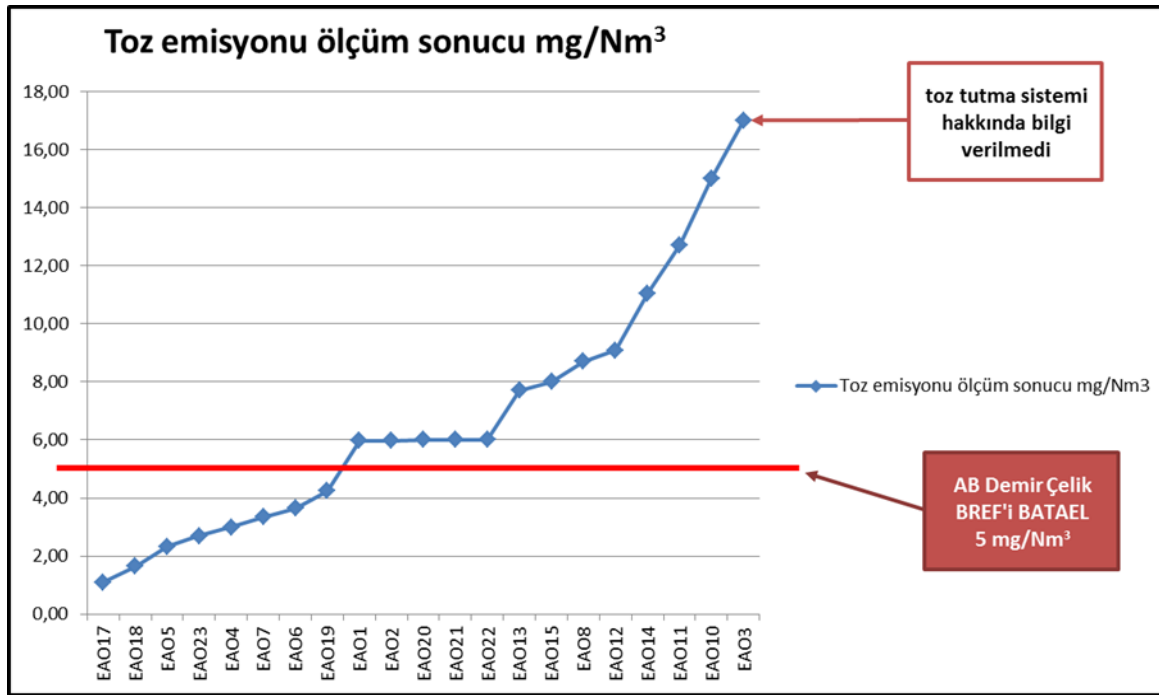
Ülkemizde faaliyet gösteren EAO’lı çelikhanelerin tamamında torbalı tip toz tutma sistemi bulunmaktadır. Bu tesislerden BREF’te önerilen % 98 ve üzerinde toz tutma verimliliğine

## 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

sahip olan tesis sayısı, 2010 yılında yapılan çalışmada 16 tesisten 10 unun sağladığı belirlenmiştir. BREF'te önerilen toz emisyonu konsantrasyonu olan  $5 \text{ mg/Nm}^3$  değerini sağlayan tesis sayısı; emisyon ölçüm sonuçlarına göre ise 8 adettir.

Toz emisyonunun etkin bir şekilde tutulması konusu BAT'larda yer almaktadır. Aynı husus Yönetmelikte hüküm ve sınır değerler olarak yer almaktadır. Bununla birlikte BAT'larda yer alan toz emisyonu sınır değeri ile Yönetmelikte yer alan sınır değer arasında çok büyük farklılık yıllar içinde yapılan Yönetmelik değişiklikleri ile azaltılmıştır. Bu çerçevede örneğin baca gazı toz emisyonu sınır değeri  $50 \text{ mg/Nm}^3$  den 2010 yılından itibaren  $25 \text{ mg/Nm}^3$  değerine azaltılması verilebilir. BAT Dokümanında bu değer  $5 \text{ mg/Nm}^3$  olup, aradaki farkın önümüzdeki yıllarda kapatılması gerekeceği öngörülmektedir. Bununla birlikte bu değeri sağlayan tesisler bulunduğu Tablo 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.

Önemli bir nokta da, bu tesislerden kaynaklanan kaçak emisyonlardır. Üretimin belirli dönemlerinde, yüksek miktarda kaçak emisyonlar meydana gelmektedir. Tesislerin büyük çoğunluğu, kaçak emisyonların önlenmesine ilişkin mevcut en iyi teknik olarak kabul edilen 3 adet tekniğin en az ikisini uygulamakta olduğunu beyan etmiştir. Ancak, kaçakların önlenmesi, toz tutma sistemine ve sistemin verimine bağlı olarak da bacaya giden toz miktarını artıracığından, bu tekniklerin uygulanması ile baca gazı toz konsantrasyonları doğru orantılı olmayacaktır. Nitekim, tekniklerin çoğunu uyguladığını beyan eden tesislerde, diğerlerine oranla daha düşük emisyon düzeyleri gözlemlenmiştir. Kaçak emisyonların önlenmesine ilişkin farklı göstergeler belirlenip izlenmelidir ki bunlardan biri de tesis etki alanında çöken toz ölçümleridir. Bu verilerin de toplanması, tesislerde BAT'ların uygulanma etkinliğine dair daha sağlıklı fikir verecektir.



Şekil 1. EAO tesislerde baca gazında toz emisyonu konsantrasyon değerleri



## 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği bu tesislerden kaynaklanan karbon monoksit emisyonunun %90 ve üzerinde yakılmasını öngörmektedir. BAT'larda da "atık gazların yakılması" olarak benzer şekilde yer almaktadır. Burada Yönetmelik sadece zehirli bir gaz olan karbon monoksitin yakılmasını ön görmemekte, aynı zamanda baca gazında bulunan organik bileşiklerin de mümkün olduğunca bertaraf edilmesini amaçlamaktadır.

BAT'larda dioksin furan emisyonlarının azaltılması için çeşitli teknikler önerilmektedir. Dioksin Furan emisyonlarının sınırlandırılması gereği ülkemiz mevzuatında ilk olarak 2004 yılında yer almış olup, bu emisyonlar "Aşırı derece tehlikeli maddeler" kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu emisyonların sınırlandırılması gerekliliği, bilim adamlarının ve işletmecilerin bu konuda araştırma yapmalarına ve bu çerçevede bazı tesislerde çeşitli yatırım ve değişikliklerin uygulanmasına neden olmuştur.

Dioksin furan emisyonlarının ölçülmesi ve sınırlandırılması konusunda 2004 yılından beri önemli aşama kaydedilmiştir. Dioksin Furan emisyonlarının emisyonlarının azaltılması konusunda BREF'te önerilen; emilen gazın kontrollü olarak yakılması tekniğini en çok kullanılan teknik olup, hızlı soğutma ile yakma sonrası dioksin furanların tekrar oluşmasını (de-novo sentez) önleyen teknikleri kullanan tesisler de bulunmaktadır. Bununla birlikte torbalı filtre öncesi kanala linyit tozunun enjekte edilmesi ve bu tozun etkin olarak tutulması ile emisyon azaltım tekniğini kullanan az sayıda tesis bulunmaktadır. Hammaddenin ayıklanması ve gibi azaltım tedbirleri kullanılan tesisler de bulunmaktadır. (Y. Yücekutlu ve arkadaşları, 2010)

Ülkemizde dioksinlerin ve furanların ölçülmesi ve örnekleme konusunda uzun zamandır önemli yatırımlar yapılmış, pek çok ülkeden daha fazla alt yapı oluşturmuştur. Diğer taraftan başta toz ve karbonmonoksit emisyonları olmak üzere baca gazı emisyonların sürekli ölçüm cihazları ile izlenmesi konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Emisyonların izlenmesinin de azaltım tekniklerinin devamlı surette uygulanmasında önemli bir yeri bulunmaktadır.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Demir çelik üretiminden kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi ve azaltılmasında; mevzuatın getirdiği yükümlülüklerin kapsayıcı ve ayrıntılı olması, işletmelerde yapılması gereken yatırım ve düzenleme çalışmalarının yakından takip edilmesi, emisyonların izlenmesi, işletmelerin mevzuatın gerekliliklerini sağlamak için çoğu zaman gelişmiş üretim ve arıtım teknikleri kullanılması gibi faktörlerin önemli etkileri olduğu değerlendirilmektedir.

Demir çelik sektöründe kapasite artırımı yönündeki çalışmalar ve bu alanda faaliyet göstermek üzere yeni işletmelerin kurulması, sektörden kaynaklanan kirletici miktarlarında zaman içinde artış olacağını göstermektedir. Bu konuda işletmelerde alınacak emisyon azaltım tedbirleri, hava kalitesinin korunması açısından önem kazanmaktadır. Bu bağlamda yeni kurulacak tesisler ile mevcut tesislerin yenilenmesi ve kapasite artışlarında çevre kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü konusunda kullanılacak tekniklerin Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde önemli bir yeri olan Mevcut En İyi Teknikler ile uyumlu olması işletmecilerin yararına olacaktır. Bu çerçevede toz emisyonunun azaltılması çalışmalarının dolaylı olarak dioksin furan emisyonlarının da azalmasına katkı sağlayacağı için toz tutma sistemlerinin verimlerinin artırılması ve kaçak emisyonların önlenmesi çalışmaları önem taşımaktadır.

Baca gazı emisyonlarının tesislerde bulunan sürekli baca gazı ölçüm cihazları ile izlenmesinin, tesislerin mevzuata uygun faaliyet göstermeleri konusunda önemli bir yeri bulunmaktadır. Söz konusu tesislerden kaynaklanan dioksin ve furanlar gibi bazı emisyonlar, kalıcı kirletici özelliği göstermesi nedeni ile bu tesislerde emisyon azaltım tekniklerinin öncelikle uygulanması, çevrenin korunması için gerekli ve önceliklidir. Bu tesislerde BAT'ların uygulanması durumunda ulaşılabilecek emisyon değerleri, ülkemizde uygulanan emisyon sınır değerlerinin (bazı emisyonlar için) altındadır. Ancak halen bir çok çelikhanede bu emisyon değerlerinin sağlanabildiği de görülmektedir.

## KAYNAKÇA

TOBB Türkiye Demir ve Demirdışı Metaller Meclisi Sektör Raporu 2013, Nisan 2014.

Domingo J. L, Developmental Toxicity of Metal Chelating agents. Reproductive Toxicology 1998; 12: 499- 510. 48.

Gass,H.C., Werner, C., Sünderhuf, W., Meisser, J. "Dioxin emissipns after failure in activated carbon injection at a steel plant"

Paul B Tchounwou, at al., Heavy Metals Toxicity and the Environment, 2012; 101: 133–164.)

EC, 2003."Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on the General Principles of Monitoring

"EC, 2001."Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on the Production of Iron and Steel"

European Commission, "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production", Sevil, 2013.

European Commission, "Commission Implementing Decision of 28 February 2012 establishing the best available techniques (BAT) conclusions under Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions for iron and steel production, Official Journal of the EU, 08.03.2012.

<http://www.dcu.org.tr/dcs.aspx>, 01.04.2010

İTÜ XII. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, Ülkemizde Elektrikli Ark Ocaklı (EAO) Demir Çelik Fabrikalarından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılmasında Mevcut En İyi Tekniklerin (BAT) Uygulanması, Yavuz Yücekutlu, Ece Tok, Teoman Sanalan, Özlem Gülay, 2010

Elektrik Ark Ocaklı Demir Çelik Tesisleri İçin MET Kılavuzu, Eşleştirme Projesi TR 08 IB EN 03, IPPC – Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Kasım 2012

T. Sofilić ve arkadaşları, Heavy Metals in Steel Mill Electric Arc Furnace Dust Chemistry in industry, Vol.54 No.12 December 2005. Fulltext (Croatian) Pages 505–512.